

PERAN TERAPI CERMIN (MIRROR THERAPY) DAN VIRTUAL REALITY DALAM REDUKSI PHANTOM PAIN PASCA AMPUTASI: LITERATUR REVIEW

ROLE OF MIRROR THERAPY AND VIRTUAL REALITY IN REDUCING POST-AMPUTATION PHANTOM PAIN: LITERATUR REVIEW

Luh Vani Febianti¹, Karmilayanti², Jenny Sampe³, Patmawati P⁴, Merry Tjandra⁴

¹Program Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Tadulako-Palu, Indonesia, 94118

²Departemen Ilmu Penyakit Saraf, Rumah Sakit Umum Daerah Madani Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia, 94118

³Departemen Ilmu Penyakit Saraf, Rumah Sakit Umum Daerah Undata Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia, 94118

⁴Departemen Ilmu Kesehatan Jiwa, Rumah Sakit Umum Daerah Madani Palu, Sulawesi Tengah, Indonesia, 94118

Correspondent Author : luhvani1@gmail.com

ABSTRAK

Phantom Limb Pain (PLP) is a chronic pain perceived in amputated limbs, affecting 60–80% of post-amputation patients. It results from maladaptive cortical reorganization and disrupted sensorimotor integration. As pharmacological treatments often show limited effectiveness, non-pharmacological approaches such as Mirror Therapy (MT) and Virtual Reality (VR) have emerged as promising alternatives. A review of studies from 2015–2025 indicates that MT and VR can reduce pain intensity, improve motor function, and enhance body perception through visual feedback and sensorimotor stimulation. Despite these promising outcomes, larger and standardized clinical trials are required to confirm their long-term effectiveness in PLP management.

Keywords: Phantom Limb Pain, Mirror Therapy, Virtual Reality, Amputation, Rehabilitation.

ABSTRAK

*Phantom Limb Pain (PLP) merupakan nyeri kronis yang dirasakan pada anggota tubuh yang telah diamputasi, dengan prevalensi mencapai 60–80% pada pasien pasca amputasi. Kondisi ini disebabkan oleh reorganisasi kortikal maladaptif dan gangguan integrasi sensorimotor. Pendekatan farmakologis sering kali kurang efektif, sehingga terapi non-farmakologis seperti *Mirror Therapy (MT)* dan *Virtual Reality (VR)* menjadi alternatif yang menjanjikan. Kajian terhadap literatur tahun 2015–2025 menunjukkan bahwa MT dan VR mampu menurunkan intensitas nyeri, meningkatkan fungsi motorik, serta memperbaiki persepsi tubuh melalui umpan balik visual dan stimulasi sensorimotor. Meskipun hasilnya positif, diperlukan penelitian lanjutan berskala besar dengan protokol terstandar untuk memastikan efektivitas jangka panjang kedua terapi ini dalam manajemen PLP.*

Kata kunci: Phantom Limb Pain, Mirror Therapy, Virtual Reality, Amputasi, Rehabilitasi.

PENDAHULUAN

Phantom Limb Pain (PLP) merupakan suatu bentuk nyeri kronis yang timbul pada anggota tubuh yang telah diamputasi. Kondisi ini umum terjadi pada pasien pasca amputasi

dan ditandai oleh sensasi nyeri yang seolah berasal dari bagian tubuh yang sudah tidak ada. PLP menjadi masalah serius dalam dunia medis karena dapat memengaruhi kondisi fisik, psikologis, dan fungsi sehari-hari

penderitanya, sehingga berdampak negatif terhadap kualitas hidup secara keseluruhan.¹

Secara epidemiologis, sekitar **50–80%** individu yang menjalani amputasi mengalami sensasi PLP, bahkan pada beberapa laporan mencapai **87%**. Penderita menggambarkan keluhan ini sebagai sensasi yang beragam seperti rasa tertusuk, terbakar, kram, atau seperti tersengat listrik. Sensasi tersebut berbeda dari nyeri pada tunggul amputasi yang lebih terlokalisasi dan cenderung dipicu oleh tekanan pada area luka. Sekitar 60–80% pasien pasca amputasi dilaporkan mengalami PLP, yang berdampak besar pada aspek fisik, psikologis, dan kualitas hidup penderitanya.¹

Dari sisi patofisiologi, PLP merupakan kondisi dengan penyebab multifaktorial. Mekanismenya melibatkan gangguan pada sistem saraf perifer (seperti pembentukan neuroma), disfungsi di sumsum tulang belakang, hingga reorganisasi kortikal maladaptif pada area sensorimotor otak. Perubahan peta somatosensorik ini membuat otak tetap "merasakan" anggota tubuh yang hilang sebagai sumber nyeri. Oleh karena itu, teori neuromodulasi dan gangguan integrasi sensorimotor kini menjadi fokus utama dalam memahami timbulnya PLP.²

Kasus amputasi di Indonesia sendiri cukup tinggi dan umumnya disebabkan oleh trauma lalu lintas, kecelakaan kerja, bencana alam, infeksi, tumor, serta komplikasi penyakit kronik seperti **diabetes melitus tipe 2**, yang menurut WHO, meningkatkan risiko amputasi ekstremitas hingga 50% (Hartoko, 2023). Selain itu, penyebab lain seperti gigitan ular, luka bakar, dan cedera akibat pertempuran juga berkontribusi terhadap tingginya angka amputasi baik di Indonesia maupun secara global. Di Amerika Serikat, misalnya, lebih dari **150.000 kasus amputasi ekstremitas bawah** dilaporkan setiap tahun.³

Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan terapi non-farmakologis menjadi perhatian utama karena pengobatan konvensional seperti opioid, antikonvulsan, atau antidepresan sering kali tidak efektif dan dapat menimbulkan efek samping jangka panjang. Salah satu metode yang terbukti efektif adalah **Mirror Therapy (MT)**, yaitu terapi menggunakan cermin untuk menimbulkan ilusi visual sehingga pasien dapat “melihat” anggota tubuh yang hilang bergerak. Umpan balik visual ini mampu memperbaiki ketidakseimbangan sensorimotor yang diyakini berperan dalam timbulnya PLP.⁴

Selain MT, teknologi **Virtual Reality (VR)** dan **Augmented Reality (AR)** juga mulai digunakan dalam rehabilitasi PLP. Melalui teknologi ini, pasien dapat berinteraksi dengan anggota tubuh virtual yang dapat digerakkan secara sinkron, memungkinkan peningkatan integrasi sensorimotor serta modulasi persepsi nyeri. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan VR/AR dapat mengurangi intensitas nyeri, meningkatkan motivasi pasien, serta memperkuat efek visual-motorik yang menyerupai gerakan nyata.⁵

Penelitian oleh **Ortiz-Catalan (2020)** juga membuktikan bahwa terapi berbasis *augmented reality* yang dikendalikan dengan sinyal myoelektrik mampu secara signifikan menurunkan nyeri pada pasien dengan PLP kronik. Dengan demikian, baik *Mirror Therapy* maupun *Virtual Reality* menunjukkan potensi besar sebagai pendekatan rehabilitasi non-farmakologis yang aman, inovatif, dan efektif dalam mengurangi nyeri akibat *Phantom Limb Pain*, meskipun bukti ilmiah jangka panjang masih perlu diperkuat melalui penelitian berskala besar dan terstandar.⁶

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan **literature review deskriptif** untuk mengevaluasi peran *Mirror Therapy (MT)* dan *Virtual Reality (VR)* dalam mengurangi *Phantom Limb Pain* pada pasien pasca amputasi. Proses penelusuran literatur dilakukan secara sistematis melalui beberapa basis data ilmiah, antara lain **PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, ResearchGate**, serta sumber nasional seperti **Garuda** dan **Portal Jurnal Kemenkes**.

Kata kunci yang digunakan meliputi “Phantom Limb Pain,” “Mirror Therapy,” dan “Virtual Reality.” Artikel yang dipilih adalah publikasi **tahun 2015–2025**, berbahasa Inggris atau Indonesia, dan tersedia dalam format **full text**. Kriteria inklusi hubungan antara PLP dengan MT dan/atau VR, baik dalam bentuk *systematic review, meta-analysis, clinical trial*, maupun *case report*.

Dari proses seleksi tersebut, diperoleh **10 jurnal internasional** yang memenuhi kriteria relevansi dan kualitas ilmiah. Setiap artikel dianalisis berdasarkan desain penelitian, jumlah sampel, intervensi, hasil utama, serta tingkat kekuatan bukti ilmiah untuk menggambarkan efektivitas terapi terhadap PLP.

Selanjutnya, setiap artikel yang terpilih dianalisis secara kritis untuk menilai kesamaan temuan, perbedaan hasil, serta efektivitas intervensi *Mirror Therapy* dan *Virtual Reality* terhadap penurunan nyeri *Phantom Limb Pain*. Data yang diperoleh disintesis secara naratif dan disajikan dalam tabel matriks guna mempermudah perbandingan antar penelitian. Proses ini bertujuan memberikan gambaran ringkas mengenai perkembangan dan efektivitas terapi non-farmakologis PLP dalam kurun waktu 2015–2025.

HASIL

NO	Referensi (Tahun, jurnal)	Desain	N	Populasi	Intervensi (Detail)	Pembandingan	Ukuran Hasil (Outcome)	Temuan Utama	Keterbatasan	Level Bukti
1.	Ortiz-Catalan M. et al., <i>Lancet</i> (laporan/trial seri; publikasi konsep & klinis terkait 2015/2016). ⁶	Single-group clinical trial / case series (PME menggunakan myoelectric + AR/VR)	kecil–sedikit kasus	Pasien PLP kronik (utama: upper limb)	Phantom Motor Execution (PME): myo-pattern recognition untuk menggerakkan anggota virtual (AR/VR + gaming) — 12 sesi.	Tidak ada kontrol acak dalam laporan awal	VAS, frekuensi PLP, kuesioner fungsional	Penurunan nyeri klinis yang bermakna pada sebagian pasien yang resisten terhadap terapi lain.	Tidak ada kontrol teracak; ukuran sampel kecil; generalisasi terbatas	Bukti awal / bukti klinis pendahuluan
2.	Lendaro E. et al., <i>Journal</i> (In-Home PME aided by AR/VR), 2020. ¹⁰	Studi klinis / pilot & laporan tentang penggunaan di rumah	Kecil-menengah	Amputee dengan PLP kronis (upper limb)	PME dibantu AR/VR dan serious gaming diterapkan di rumah (program berulang)	Sebelum-sesudah / tidak selalu kontrol	VAS/NRS, frekuensi, kepatuhan	Bukti dukungan bahwa PME berbasis AR/VR dapat menurunkan intensitas PLP dan memungkinkan terapi di rumah.	Studi non-acak; heterogen protokol; follow-up jangka panjang terbatas	Bukti pendukung (pilot)
3.	Xie H-M. et al., <i>Archives of Physical Medicine and Rehabilitation</i> (Systematic review &	Systematic review & meta-analysis (RCTs dan studi terkontrol)	— (meta data)	Amputee dengan PLP (berbagai study)	Mirror Therapy (berbagai protokol)	Kontrol/usual care/other interventions	VAS/NRS dan ukuran nyeri lain	Meta-analisis menemukan penurunan nyeri signifikan dalam kelompok MT	Ragam protokol MT, kualitas metodologis studi primer bervariasi, durasi follow-	Level bukti meta-analitik (moderate)

	meta-analysis), 2022. ⁸							vs kontrol dalam jangka pendek (dengan heterogenitas yang rendah pada beberapa analisis).	up pendek	
4.	Guémann M. et al., <i>European Journal of Pain</i> / PMC (Systematic review), 2022–2023. ⁹	Systematic review (studi MT untuk PLP)	—	Amputee PLP	Mirror Therapy (berbagai)	Kontrol/usual care	VAS, fungsional, kualitas hidup	Temuan: bukti inconclusive/heterogen — beberapa studi menunjukkan manfaat tetapi secara keseluruhan tidak cukup kuat untuk kesimpulan definitif.	Banyak studi kecil, variasi protokol, risiko bias	Review (kesimpulan : bukti terbatas)
5.	Vassantachart AY. et al., <i>Journal / PMC</i> (Virtual & AR/VR review), 2022. ⁵	Systematic review of VR/AR interventions	—	Amputee/PLP dan studi VR untuk nyeri	AR/VR (immersive & nonimmersive), embodiment, gamified PME	Kontrol/usual care/other	VAS/NRS, kepemilikan tubuh, fungsi	Menemukan potensi pengurangan PLP dengan AR/VR; banyak studi improvise, beberapa tanpa kontrol yang kuat. Kombinasi VR + MT/PME berpotensi sinergis.	Heterogenitas metode, ukuran sampel kecil, variabilitas perangkat keras	Bukti awal-menjanjikan

6.	Thøgersen M. et al., (Individualized AR training) 2020 — studi/laporan klinis. ¹¹	Studi intervensi kecil / laporan klinis	Kecil	Amputee PLP (dengan fenomena telescoping /distorsi phantom)	Representasi visual anggota (AR) yang dipersonalisasi untuk memperbaiki perwakilan tubuh	Sebelum-sesudah / kontrol terbatas	VAS, subjektif kepemilikan	AR yang dipersonalisasi dapat mengurangi PLP dan memperbaiki pengalaman kepemilikan tubuh; pasien dengan phantom yang terdistorsi kurang responsif pada MT sederhana.	Data kasus/seri kecil; butuh RCT	Bukti awal/observasional
7.	Finn SB. et al., <i>Frontiers in Neurology</i> (RCT mirror therapy upper limb), 2017. ¹²	Randomized controlled trial	60–100 (lihat publikasi)	Laki-laki amputee upper limb (studi spesifik)	Mirror Therapy protokol terstruktur	Kontrol/ usual care	VAS, durasi episode	MT menurunkan intensitas & durasi episode PLP pada subset populasi (hasil positif pada studi ini).	Populasi terbatas (bias demografis), trial ukuran sedang	RCT (tingkat bukti baik untuk konteks spesifik)
8.	Gunduz ME. et al., <i>Neurorehabilitation and Neural Repair</i> (RCT factorial: tDCS + MT), 2021. ¹³	Randomized, double-blind, 2×2 factorial RCT	112	Traumatic lower-limb amputees dengan PLP	MT (aktif/covered) + tDCS (aktif/sham) — 4 minggu MT, 2 minggu tDCS	4 kelompok (tDCS on/off × MT on/off)	VAS, perubahan plastisitas kortikal (neurophysio)	Hasil: kombinasi pendekatan menunjukkan hasil yang kompleks; beberapa efek pada nyeri, bukti bahwa neuromodulasi	Kompleksitas desain → interpretasi multivariat; efek heterogen antar subgrup	RCT besar (kuat untuk topik)

								+ MT dapat mempengaruhi plastisitas motorik dan nyeri.		
9.	Yoshimura M. et al., <i>Frontiers in Human Neuroscience</i> / case report & pilot, 2023. ¹⁴	Case report / pilot VR training	1–kecil	Kasus PLP panjang (severe, long-term)	Immersive VR training / virtual embodiment protocol	Sebelum-sesudah	VAS, aktivitas fungsional	Penurunan nyeri pada kasus berat dan peningkatan aktivitas anggota atas; menunjukkan feasibility VR pada kasus kronis.	Kasus tunggal; tidak bisa digeneralisasi	Bukti kasus / bukti awal
10.	Cheung JCW. et al., <i>X-reality review</i> (2023) — narasi/systematic overview. ¹⁶	Review (narrative/systematic)	—	Amputee / PLP studi XR	XR (VR/AR/MR), embodiment, PME	—	Berbagai ukuran nyeri & fungsi	XR/PME umumnya menunjukkan potensi mengurangi PLP; rekomendasi penelitian: RCT terstandar, ukuran sampel lebih besar, dan protokol terdefinisi.	Heterogenitas bukti primer; beberapa studi kecil	Review ringkasan (tingkat bukti: awal-menjanjikan)

PEMBAHASAN

Fenomena *Phantom Limb Pain (PLP)* masih menjadi tantangan besar dalam praktik klinis, terutama pada pasien yang menjalani amputasi. Prevalensi kondisi ini dilaporkan mencapai sekitar 60–80% pada berbagai populasi pasien pasca amputasi. PLP merupakan bentuk nyeri neuropatik yang kompleks, di mana pasien merasakan sensasi nyeri pada anggota tubuh yang sudah tidak ada. Kondisi ini disebabkan oleh gangguan pada proses integrasi antara sistem saraf pusat dan perifer, khususnya pada area sensorimotor korteks. Hilangnya umpan balik sensorik dari anggota tubuh yang diamputasi menyebabkan otak tetap “mengira” bagian tersebut masih ada, sehingga menimbulkan sensasi nyeri yang persisten.⁷

Penjelasan fisiologis utama dari PLP adalah adanya reorganisasi kortikal maladaptif di otak. Setelah amputasi, area sensorimotor yang sebelumnya menerima rangsangan dari anggota tubuh yang hilang akan mengambil alih fungsi sensorik dari area tubuh lain. Proses ini menyebabkan gangguan komunikasi antar area otak dan menciptakan persepsi nyeri yang tidak sesuai dengan kondisi tubuh sebenarnya. Karena mekanisme ini bersifat neurologis kompleks, terapi farmakologis konvensional seperti opioid, antikonvulsan, maupun antidepresan sering kali tidak memberikan hasil optimal. Selain efektivitas yang terbatas, penggunaan jangka panjang obat-obatan tersebut juga dapat menimbulkan efek samping seperti ketergantungan dan gangguan sistemik. Oleh sebab itu, pendekatan non-farmakologis menjadi pilihan yang lebih aman dan berpotensi memberikan efek terapeutik yang lebih baik. Salah satu metode yang banyak diteliti adalah *Mirror Therapy (MT)* dan *Virtual Reality (VR)*, yang keduanya berfokus

pada pemulihan kembali keseimbangan sensorimotor melalui umpan balik visual dan stimulasi otak.⁵

Mirror Therapy (MT) dikembangkan berdasarkan prinsip bahwa pantulan anggota tubuh yang masih utuh dapat memberikan ilusi visual terhadap bagian tubuh yang hilang. Saat pasien melakukan gerakan pada anggota tubuh yang sehat sambil melihat pantulannya di cermin, otak menerima sinyal seolah-olah anggota tubuh yang diamputasi juga bergerak. Umpan balik visual ini membantu memperbaiki disonansi sensorimotor yang terjadi akibat kehilangan anggota tubuh. Beberapa penelitian dan *meta-analysis* menunjukkan bahwa MT mampu menurunkan intensitas nyeri secara signifikan dibandingkan perawatan konvensional. Studi oleh Xie et al. (2022)⁸ menemukan bahwa pasien yang menjalani MT mengalami penurunan skor *Visual Analog Scale (VAS)* yang bermakna secara statistik, terutama pada kasus PLP yang berlangsung kurang dari satu tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa terapi ini paling efektif bila diberikan pada tahap awal pasca amputasi, ketika plastisitas otak masih tinggi.

Namun demikian, Guémann et al. (2022)⁹ melaporkan bahwa hasil antar penelitian masih bervariasi, terutama disebabkan oleh perbedaan protokol terapi yang digunakan. Faktor seperti durasi dan frekuensi terapi, jenis amputasi, serta variasi latihan motorik turut memengaruhi hasil akhir. Ketidakkonsistenan ini menekankan pentingnya standarisasi protokol *Mirror Therapy* agar efektivitasnya dapat dinilai secara lebih objektif dan diterapkan secara luas dalam praktik klinis.

Seiring perkembangan teknologi, pendekatan *Virtual Reality (VR)* dan *Augmented Reality (AR)* dikembangkan untuk

meningkatkan efektivitas MT melalui simulasi yang lebih realistis dan interaktif. Teknologi ini memungkinkan pasien untuk “melihat” dan “menggerakkan” anggota tubuh virtual mereka menggunakan perangkat sensorik atau sinyal listrik otot (myoelektrik). Penelitian yang dilakukan oleh Ortiz-Catalan et al. (2020)⁶ menunjukkan bahwa sistem *Augmented Reality* berbasis kontrol myoelektrik dapat secara signifikan mengurangi intensitas PLP setelah beberapa sesi terapi. Pendekatan ini bekerja dengan mengembalikan hubungan antara perintah motorik dari otak dan umpan balik visual yang sesuai, sehingga membantu otak menyesuaikan kembali peta sensorimotor yang terganggu akibat amputasi.

Penelitian lain oleh Lendaro et al. (2020)¹⁰ juga memperkuat temuan tersebut dengan mengembangkan *Phantom Motor Execution (PME)* berbasis *Virtual Reality* yang dapat dilakukan di rumah. Pasien dilatih untuk menggerakkan anggota tubuh virtual secara rutin menggunakan perangkat VR. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan nyeri yang bermakna dan peningkatan kepatuhan pasien terhadap program rehabilitasi. Efektivitas ini disebabkan oleh kemampuan VR dalam memfasilitasi latihan motorik yang konsisten, menyenangkan, dan tidak menimbulkan rasa frustrasi seperti pada terapi konvensional.

Selain efek fisiologis terhadap penurunan nyeri, terapi berbasis VR dan AR juga memiliki keuntungan psikologis dan motivasional yang signifikan. Vasantachart et al. (2022)⁵ menjelaskan bahwa pendekatan berbasis imersi (*immersive therapy*) dapat meningkatkan rasa keterlibatan pasien serta memperkuat persepsi kepemilikan tubuh virtual (*virtual embodiment*). Sensasi ini berperan penting dalam menurunkan nyeri

kronik dengan cara memperbaiki integrasi multisensorik otak. Dengan kata lain, semakin kuat sensasi kepemilikan terhadap anggota tubuh virtual, semakin besar pula efek analgesik yang dirasakan oleh pasien.

Dalam penelitian Thøgersen et al. (2020)¹¹, penggunaan *Augmented Reality* yang disesuaikan secara individual bahkan memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan terapi cermin konvensional. Pasien dengan persepsi tubuh “phantom” yang terdistorsi mengalami penurunan nyeri lebih besar setelah menjalani program AR yang dipersonalisasi. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan yang mempertimbangkan persepsi tubuh unik setiap individu dapat memberikan hasil terapi yang lebih optimal dibandingkan metode standar.

Perkembangan terkini juga memperlihatkan bahwa *Mirror Therapy* dapat dikombinasikan dengan teknologi neuromodulasi untuk meningkatkan hasil terapi. Gunduz et al. (2021).¹³ melakukan uji klinis teracak dengan desain *factorial 2x2* yang menggabungkan *transcranial direct current stimulation (tDCS)* dengan MT. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi kedua metode tersebut mampu menurunkan intensitas nyeri secara signifikan dan memodulasi aktivitas kortikal pasien. Pendekatan ini membuka peluang baru dalam terapi PLP karena menggabungkan stimulasi listrik ringan otak dengan umpan balik visual, yang keduanya menargetkan mekanisme neuroplastis secara sinergis.

Meskipun hasil penelitian mengenai MT, VR, dan AR cukup menjanjikan, masih terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Sebagian besar penelitian yang dilakukan menggunakan desain *pilot study* atau *case report* dengan ukuran sampel kecil serta durasi terapi yang relatif singkat (2–4

minggu). Beberapa studi juga belum melibatkan kelompok kontrol yang kuat, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi secara luas (Yoshimura, 2023.¹⁴; Brito, 2023.¹⁵). Selain itu, perbedaan perangkat yang digunakan, durasi intervensi, serta kriteria evaluasi nyeri menyebabkan heterogenitas antar penelitian masih tinggi.

Keterbatasan - keterbatasan tersebut menunjukkan perlunya penelitian lanjutan dengan desain uji klinis acak terkontrol (*randomized controlled trial*) berskala besar untuk memastikan efektivitas dan keamanan jangka panjang dari terapi berbasis MT maupun VR. Standarisasi protokol terapi juga sangat diperlukan, termasuk dalam hal durasi latihan.

frekuensi sesi, serta metode evaluasi nyeri yang digunakan. Integrasi MT dan VR dalam program rehabilitasi multimodal bersama fisioterapi, konseling psikologis, dan neuromodulasi diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih menyeluruh bagi pasien amputasi.

Secara keseluruhan, bukti ilmiah selama satu dekade terakhir (2015–2025) menunjukkan bahwa *Mirror Therapy* dan *Virtual Reality/Augmented Reality* memiliki potensi besar sebagai intervensi non-farmakologis yang efektif untuk mengurangi nyeri dan meningkatkan fungsi sensorimotor pada pasien *Phantom Limb Pain*. Kedua pendekatan ini tidak hanya menargetkan mekanisme fisiologis di otak, tetapi juga memperbaiki aspek psikologis dan persepsi tubuh pasien. Dengan perkembangan teknologi digital dan perangkat sensorik yang semakin maju, kombinasi antara terapi berbasis realitas virtual dan pendekatan neurorehabilitasi di masa depan berpotensi menjadi strategi utama dalam manajemen

nyeri pasca amputasi yang lebih aman, efektif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Lopez,V.N.,et all., *Transcranial direct current stimulation in the management of phantom limb pain: a systematic review of randomized controlled trials*.European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.Vol.58(5).2022
2. Schone,H.R.,et all.*Making Sense Of Phantom Limb Pain*.Jurnal Neurosurg apasychiatry.Vol.0:1-11.2022
3. Hartoko, R.A., *Amputasi Ekstremitas Atas Akibat Luka Bakar Listrik : Laporan Kasus*. Alami Journal : Alauddin Islamic Medical Journal. Vol.7(2).2023
4. Wang, F., et all.,*Effects of mirror therapy on phantom limb sensation and phantom limb pain in amputees : A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*.Sage Journals.Vol.35(1).2021
5. Vasantachart, A.Y.,Yeo, E.,Chau, B.,*Virtual and Augmented Reality-based Treatments for Phantom Limb Pain : A Systematic Review*.Innovations in Clinical Neuroscience A peer-reviewed journal providing evidence-based information.Vol.19(10-12).2022
6. Ortiz-Catalan M, et al. *Myoelectric pattern recognition and augmented reality for treatment of phantom limb pain*. The Lancet. 2020.
7. Limakatso K, Bedwell GJ, Parker R. *The prevalence and risk factors for phantom limb pain: systematic review and meta-analysis*. PLoS ONE. 2020.
8. Xie H-M, et al. *Effectiveness of Mirror Therapy for Phantom Limb Pain: A Systematic Review and Meta-analysis*. Arch Phys Med Rehabil. 2022

9. Guémann M, et al. *Effect of Mirror Therapy in the Treatment of Phantom Limb Pain: Systematic Review*. Pain Research & Management. 2022.
10. Lendaro E, et al. *In-Home Phantom Motor Execution using Augmented Reality for Phantom Limb Pain*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2020.
11. Thøgersen M, et al. *Personalized Augmented Reality for Phantom Limb Pain Treatment*. Frontiers in Human Neuroscience. 2020
12. Finn, S.B.et al. *A Randomized, Controlled Trial of Mirror Therapy for Upper Extremity Phantom Limb Pain in Male Amputees*.Frontiers in Neurology.Vol.8:267.2017
13. Gunduz ME, et al. *Randomized, Double-Blind, Factorial Trial of tDCS and Mirror Therapy for Phantom Limb Pain*. Neurorehabil Neural Repair. 2021
14. Yoshimura M, et al. *Virtual Reality Training for Phantom Limb Pain: A Case Report*. Front Hum Neurosci. 2023
15. Brito M, et al. *Virtual Embodiment and Mirror Visual Feedback in Phantom Limb Pain Rehabilitation*. Frontiers in Neuroscience. 2023
16. Cheung, J.C.W., et al.*X-reality for phantom limb management for amputees : A systematic review and meta-analysis*. Engineered Regeneration. Vol.4 (2023)